

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-189695

(43) 公開日 平成10年(1998) 7月21日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

H 0 1 L 21/68  
21/205

識別記号

F I

H 0 1 L 21/68  
21/205

N

審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平8-355716

(22) 出願日 平成 8 年(1996) 12月24日

(71) 出願人 000221122

東芝セラミックス株式会社  
東京都新宿区西新宿 1 丁目26番 2 号

(71) 出願人 592104944

徳山東芝セラミックス株式会社  
山口県徳山市大字徳山字江口開作8231番地  
5

(72) 発明者 外谷 栄一

山形県西置賜郡小国町大字小国町378番地  
東芝セラミックス株式会社小国製造所内

(72) 発明者 高村 勝之

山口県徳山市大字徳山字江口開作8231-5  
徳山東芝セラミックス株式会社内

(74) 代理人 弁理士 赤野 牧子 (外 1 名)

(54) 【発明の名称】 気相成長用サセプタ及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 単結晶シリコンウエハ上にエピタキシャル成長させ2層構造に成膜させる際に用いるサセプタで、得られるエピタキシャルウエハ、例えば、I G B T (絶縁ゲートバイポーラトランジスタ) ウエハの2層間のS R 値差を大きくダレを生じることなく急峻に変化させることができ、ウエハから得られるデバイスの特性を均質で優れたものにする気相成長用サセプタの提供。

【解決手段】 カーボン基材表面をS i C膜で被膜してなる気相成長用サセプタであって、半導体ウエハを載置する凹部を有し、該サセプタ表面の表面粗さ(R a)が該凹部を除き15~30 μmであり、かつ、該表面におけるS i C膜の結晶粒の50%以上が粒径50~150 μmであることを特徴とする気相成長用サセプタ。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 カーボン基材表面をSiC膜で被膜してなる気相成長用サセプタであって、半導体ウエハを載置する凹部を有し、該サセプタ表面の表面粗さ(Ra)が該凹部を除き15~30 $\mu$ mであり、かつ、該表面におけるSiC膜の結晶粒の50%以上が粒径50~150 $\mu$ mであることを特徴とする気相成長用サセプタ。

【請求項2】 カーボン基材上に、シリコンと炭素を0.5 Torr以下の減圧下、1200~1800℃の範囲で、5~100時間熱処理することにより反応させSiC被膜を形成して、研磨加工や膜厚調整を行うことにより該SiC被膜の粒径と表面粗さを調整して前記請求項1記載の気相成長用サセプタを得ることを特徴とする気相成長用サセプタの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は気相成長用サセプタ及びその製造方法に関し、詳しくはウエハ保持部以外の表面部の結晶粒径及び表面粗さを特定することにより、例えばIGBT（絶縁ゲートバイポーラトランジスタ）ウエハ等の2層構造エピタキシャルウエハ形成のように単結晶シリコン基板等の基体上に化学気相成長により複数層の電気的特性の異なる単結晶膜層を形成するために用い、特に、複数層間の電気的特性を、SR値（Spreading Resistance：広がり抵抗）に緩やかに低下しながら変化するいわゆるダレ現象を大きく生じさせることなく急峻に変化させることができる気相成長用サセプタ及びその製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 IGBTウエハが、2層構造のエピタキシャルウエハとして化学気相成長法で成膜されることは従来から知られており、一般に第1層目はキャリアの不純物濃度を高くして抵抗値がより低くなるようにすると共に、表層の第2層目は不純物濃度を低くして抵抗がより高くなるように形成される。この第1層と第2層との界面近傍における深さ方向に対するSR値が急峻に変化する2層構造エピタキシャルウエハは、優れた特性を有するデバイスを提供できることが知られている。一方、このSR値にダレ現象が生じる場合には、デバイス特性が悪化することも確認されている。従って、特にIGBTウエハとして2層構造エピタキシャルウエハを、上記2層間のSR値の変化が急峻に変化するようにエピタキシャル成長して得ることが要望されている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、従来の化学気相成長法で2層連続して成膜した2層構造エピタキシャルウエハにおいて、深さ方向に対するSR値について測定した結果、得られるSR値のプロファイルは、一般に、2層の界面近傍でダレ現象が生じることが観察される。また、このような深さ方向へのSR値のダレ現

象は、得られるウエハの中央部よりも周辺部で大きくなることも観察される。ウエハの中央部と周辺部でSR値のダレ現象の程度が異なることは、ウエハ面内特性が均質でなくバラツいていることであり、結果的にデバイス特性が不均質となるものである。このようなSR値変化にダレ現象が生じる原因の1つとしては、一般に不純物濃度の低い高抵抗値の第2層が、高濃度不純物である低抵抗値の第1層上に形成されるため、第1層形成時にサセプタ上に堆積する高濃度不純物が、第2層形成時に影響することによると考えられている。また、ウエハ中央部より周辺部においてダレ現象が大きいことは、第1層形成時にサセプタ上に堆積する高濃度の不純物が、第2層形成時にウエハの周辺部により大きく影響するためと考えられている。

【0004】 上記の第1層形成時の不純物による影響を防止するため、例えば、第1層を形成した後、サセプタを取替えて、または、別の気相成長装置に移して第2層を形成することが行われている。即ち、同一サセプタまたは装置を用いて第1層成膜後に引続き連続して第2層を成膜しないようにして、サセプタに蒸着等した不純物の影響を回避する方法である。また、第1層形成時に堆積した不純物をエッチング除去し、その後、第2層を成膜することもなされている。しかし、上記のサセプタの交換や洗浄、他装置への移動等は、気相成長反応を一旦停止するか、または、切替えて行うものであり、製造工程上操作が繁雑となると同時に生産性も低下し好ましくない。一方、出願人のうちの一人は、先に、上記のようなIGBTウエハのエピタキシャル相成長の問題から、特開平8-203831号公報にて基体上に先ず低抵抗の第1層を成長させた後、不純物を含まないアンドープ層を成長させ、その上に高抵抗の第2層を連続的に気相成長させることにより、第1層と第2層との抵抗値の差が急峻化する化学気相成長方法を提案した。

【0005】 上記提案の方法は、操作上の不都合等のプロセス的な面から検討したもので、気相成長を連続して行うことができ製造工程上好ましいものである。一方、本発明は、上記2層の境界面でのSR値変化のダレやその不均質等の不都合を生じさせないための装置的観点からの改良を目的とする。即ち、IGBTウエハ等2層構造エピタキシャルウエハを化学気相成長にて形成するための装置の部材を改良することにより上記不都合を解消しようとするものである。本発明者らは、この目的のため、前記した従来からその影響が問題にされていたサセプタ上の堆積不純物について検討した。その結果、エピタキシャル成長に用いられるサセプタにおいて、ウエハを載置保持する凹部を除き、その表面部の結晶粒径及び表面粗さを特定することにより、上記SR値のダレ及びウエハ面内での不均質性を解消できることを見出し、本発明を完成した。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、カーボン基材表面をSiC膜で被膜してなる気相成長用サセプタであって、半導体ウエハを載置する凹部を有し、該サセプタ表面の表面粗さ(Ra)が該凹部を除き15~30 $\mu\text{m}$ であり、かつ、該表面におけるSiC膜の結晶粒の50%以上が粒径50~150 $\mu\text{m}$ であることを特徴とする気相成長用サセプタが提供される。

【0007】また、本発明は、上記気相成長用サセプタを、カーボン基材上に、シリコンと炭素を0.5 Torr以下の減圧下、1200~1800 $^{\circ}\text{C}$ の範囲で、5~100時間熱処理することにより反応させSiC被膜を形成して、研磨加工や膜厚調整を行うことにより該SiC被膜の粒径と表面粗さを調整して得ることを特徴とする気相成長用サセプタの製造方法を提供する。

【0008】本発明は上記のように構成され、カーボン基材表面がSiC(炭化珪素)膜で被覆された気相成長用サセプタにおいて、凹部であるウエハ載置部以外の表面部のSiC膜のSiC結晶が所定の粒径を有し、且つ、表面粗さ(Ra)を所定とすることから、不純物高濃度の第1層気相成長時にサセプタ上に取り込まれる不純物量が少なくなる。このため、第1層に引き続き連続して第2層を形成してもサセプタ上の不純物による影響が低減され、第2層が当初より所定の不純物低濃度で形成され、第1層と第2層との境界面近傍におけるSR値の勾配が急傾斜となりダレ現象が抑制される。特に、本発明の気相成長用サセプタは、カーボン基材上に、所定の温度、減圧下で、所定時間シリコンと炭素を反応させてSiC被膜を形成し、研磨加工、膜厚調整して、上記所定の表面粗さと結晶粒径を付与できる。なお、本発明の気相成長用サセプタにおけるウエハ載置部は、従来のサセプタと同様に必要に応じて研磨加工されるものである。なお、本発明において、表面粗さ(Ra)は、JIS B 0601-1976で規定される中心線平均粗さを意味するものである。

【0009】

【発明の実施の形態】以下、本発明について詳細に説明する。本発明の気相成長用サセプタは、化学気相反応により所定の薄膜を被処理材上に形成する化学気相成長方法に用いるものである。化学気相成長方法は、既に従来から公知であり、一般に、反応炉内に配設されたサセプタを高周波加熱やランプ加熱により加熱昇温して、その上に載置される半導体ウエハ等の被膜基材を加熱すると同時に、反応炉内に反応ガスを導入して被処理基材上に所定皮膜を成膜する方法である。また、この化学気相成長方法に用いられる気相成長装置も従来から公知であり、反応炉の構造により縦型やバレル型がある。更に、単一工程で処理されるウエハ枚数により、複数のバッチ方式と1枚ずつの枚葉方式に区分されている。各方式により用いるサセプタ形式は多少異なるが、本発明の気相成長用サセプタは、上記従来公知の化学気相成長方法を

行ういずれの方式においても適用することができ、半導体ウエハ等被膜基材を載置するザグリ部が形成されている。

【0010】本発明の気相成長用サセプタは、上記したように従来公知の気相成長方法に用いられるものであり、その基材はカーボン材からなり、表面が炭化珪素(SiC)皮膜により被覆されたものである。SiC被覆カーボン部材は、特に制限されず、従来から半導体製造装置に用いられているものを用いることができる。また、カーボン基材も、特に、制限されるものでなく、従来公知の黒鉛等を用いることができる。

【0011】本発明のカーボン材上に形成されるSiC膜の厚さは、特に限定されるものでなく、従来のサセプタと同様に約40~150 $\mu\text{m}$ とすればよい。本発明のSiC膜において、SiC膜を構成するSiC結晶粒の50%以上が結晶粒径50~150 $\mu\text{m}$ となるように形成する。結晶粒径50 $\mu\text{m}$ 未満のSiC結晶が、サセプタ表面を構成するSiC膜を形成する結晶粒において50%以上を占める場合は粒界が多くなり、サセプタ表面に取り込まれる不純物量が多くなる。不純物は粒界にトラップされ易いためである。従って、第1層成膜後、そのまま第2層を成膜したときは、粒界にトラップされた不純物が第2層成膜の際に影響することから、深さ方向のSR値のプロファイルにダレが生じ好ましくない。一方、結晶粒径が150 $\mu\text{m}$ を超えるSiC結晶粒が50%以上になるとSiC膜にクラックが発生し、カーボン基材からCOガスやC<sub>2</sub>H<sub>2</sub>ガス(炭化水素ガス)等の不純物ガスが発生し、載置する半導体ウエハを汚染するため好ましくない。

【0012】本発明のサセプタ表面のSiC膜の表面粗さ(Ra)は、ウエハを載置するための凹部を除き、15~30 $\mu\text{m}$ とする。このRaが15 $\mu\text{m}$ 未満であると、サセプタ表面に取り込まれる不純物量が増大し、その結果、そのようなサセプタを用いて2層構造エピタキシャルウエハを形成した場合に、深さ方向のSR値のプロファイルで層間の界面近傍のSR値変化にダレが生じるため好ましくない。一方、表面粗さRaが30 $\mu\text{m}$ を超えた場合は不純物の取り込みは多くないが、結晶粒径150 $\mu\text{m}$ を超えるSiC粒が50%以上を占める場合と同様に、SiC膜にクラックが発生するため好ましくない。

【0013】本発明のサセプタは、上記のようにサセプタ表面を構成するSiC結晶の粒径を所定範囲とし、更に、その表面粗さRaを所定に調整したものである。このサセプタを用いて、エピタキシャル成長で2層構造のIGBTウエハ等を形成した場合、第1層目に導入する高濃度不純物がサセプタ表面に取り込まれる量が少なくなり、第2層成膜の際にサセプタ上に堆積した高濃度不純物の影響が低減される。従って、得られる2層構造エピタキシャルウエハの第1層と第2層との界面近傍での

抵抗変化が急峻する。即ち、エピタキシャル層の深さ方向にSR値のプロファイルをとると2層の界面近傍でSR値が急峻に変化する。また、IGBTウエハ周辺部と中央部とのSR値に差が生じることもない。従って、結果的に均質な優れた特性を有するデバイスを与える2層構造エピタキシャルウエハが得られる。

【0014】上記したような本発明のサセプタは、例えば、前記のように黒鉛等の従来公知のカーボン基材を反応室内に設置し、例えば炭素粉末とシリカ粉末との混合粉末等の炭素源及びシリコン源を導入し、約1 Torr以下、好ましくは0.5 Torr以下の減圧に保持し、1200℃以上、好ましくは1200～1800℃に、5～100時間加熱して、炭素とシリコンを反応させてカーボン基材表面に化学的に炭化珪素を形成し、約40～150 μmの厚さのSiC膜でカーボン基材表面を被覆することができる。また、SiC膜成長時間と反応温度を調整することにより、得られるSiC膜を構成するSiC結晶粒の50%以上が、粒径50～150 μmとすることができる。更に、その表面粗さ(Ra=中心線平均粗さ)は、SiC治具やダイヤモンド粉による研磨加工や膜厚を調整することによりRa=15～30 μmに調整できる。

【0015】

【実施例】以下、本発明を実施例に基づき更に詳細に説明する。但し、本発明は下記実施例により制限されるものでない。

実施例1～4及び比較例1～4

(気相成長用サセプタの調製) 反応温度を1200～1800℃の範囲で変化させ、0.5 Torr以下の減圧下で5～100時間処理して炭素とシリコンを反応させ、カーボン基材上に化学的にSiC膜を形成させた。SiC治具による研磨加工や膜厚を調整することにより表面粗さを調整し、表1に示した表面粗さ(Ra)及びSiC結晶粒径のSiC膜により被覆された表面を有する各サセプタを得た。得られた各サセプタの凹部を、それぞれ従来法により研磨処理して表面粗さ(Ra)約1～15 μmとした。なお、サセプタ表面のSiC膜の結晶粒径については、凹部以外のSiC膜表面の電子顕微鏡写真を撮り、単位面積当たり各粒径の結晶粒が占める面積比率から算出して求めた。また、表面粗さは、接触式表面粗さ計により測定した。

【0016】(気相成長) 次いで、図1に示した気相成長装置とほぼ同様な装置で上記のようにして調製した各気相成長用サセプタを用いて、単結晶シリコンウエハ上にエピタキシャル成長してシリコンの成膜を行った。図1は、本実施例に用いた縦型化学気相成長装置の斜視説

明図である。図1において、化学気相成長装置1は、縦型反応管2内に、上面に複数枚の単結晶シリコンウエハ3を保持可能に凹部を有するサセプタ4が配設されている。また、サセプタ4の中心には上部にガス吹出口5を有する原料ガス導入ノズル6が立設され、反応管2の下部には排気管7が設けられ、さらにサセプタ4の下側には高周波コイル8が配設されて、サセプタ4を介して凹部に載置されたウエハ3を所望の温度に加熱することができるようになっている。

【0017】上記のように構成された縦型化学気相成長装置1に調製した各サセプタ4を配置し、表面を清浄化した単結晶シリコンウエハ3を、サセプタ4の凹部に装着した。その後、高周波コイル8により基板を1080～1120℃に加熱し、原料ガス導入ノズル6の吹出口5から反応管2内に、シランガスとしてSiHCl<sub>3</sub>、キャリアガスとして水素ガス、ドーパントガスとしてホスフィン(PH<sub>3</sub>)を用い、SiHCl<sub>3</sub>を7.5 g/分で、PH<sub>3</sub>ガスを300 cc/分の高濃度で原料ガスを導入して低抵抗の第1層の成膜を行った。その後、そのまま室温まで降温して、凹部以外のサセプタのSiC膜表面に取り込まれた単位体積当たりの不純物(P)量を測定した。測定は2次イオン質量分析(SIMS)により、任意の面積で、深さ2.5 μmの範囲で行った。その結果を表1に示した。

【0018】上記実施例及び比較例より明らかなように、凹部以外のSiC膜表面の表面粗さがRaで15～30 μmであり、且つ、粒径50～150 μmの結晶がSiC膜表面を占める割合が50%以上である時、サセプタに取り込まれる不純物(P)濃度が減少することが分かる。特に、Ra25～30、粒径110～150では、不純物濃度が極めて低い。一方、粒径が50 μm未満の小さい結晶が占める割合が50%以上である比較例1では、サセプタ表面に取り込まれる不純物量が多くなることが分かる。これは不純物が粒界にトラップされ易く、結晶粒径が小さく粒界が多いためである。また、SiC膜表面の結晶粒径50 μmが50%以上であっても表面粗さが15 μm未満の比較例2では、サセプタ表面の不純物が多くなることが分かる。更に、表面粗さが30 μmを超えたり、粒径150 μmを超える結晶の占める割合が50%以上の比較例では、サセプタ表面の不純物(P)量は少ないが、サセプタのSiC膜にクラックが発生し、カーボン基材からCOガスやC<sub>n</sub>H<sub>m</sub>ガスの不純物ガスが発生しウエハを汚染した。

【0019】

【表1】

		SiC表面を50%以上占める 結晶の粒径 ( $\mu\text{m}$ )	表面粗さ Ra ( $\mu\text{m}$ )	不純物 (P) 濃度 (atoms/cc)
実施例	1	50~60	15	$5.1 \times 10^{16}$
	2	80~90	20	$3.2 \times 10^{16}$
	3	110~120	25	$2.7 \times 10^{16}$
	4	140~150	30	$2.5 \times 10^{16}$
比較例	1	30~40	15	$7.4 \times 10^{16}$
	2	50~60	10	$9.0 \times 10^{16}$
	3	140~150	35	$3.3 \times 10^{16}$
	4	160~170	30	$3.2 \times 10^{16}$

## 【0020】実施例5

上記実施例1のサセプタを用い、実施例1と同様にし、まず、 $\text{SiHCl}_3$ を7.5g/分、 $\text{PH}_3$ ガスを300cc/分の高濃度で導入して低抵抗の第1層の成膜を行った後、引き続いて高濃度の $\text{PH}_3$ ガスを水素ガスで置換した後、 $\text{SiHCl}_3$ を30g/分、 $\text{PH}_3$ ガスを30cc/分の低濃度で導入して高抵抗の第2層を成膜した。得られた2層構造エピタキシャルウエハの中心部と周辺部についてSR値を測定した。その結果の中心部のSR値と深さ方向との関係を図2に示した。図2から明らかなように、得られたエピタキシャルウエハの深さ方向でのSR値は、第1層と第2層との境界面近傍で緩やかな低下がなく急激に低下することが分かる。また、ウエハ面内での周辺部と中心部におけるSR値の変化はなく、ほぼ均質に2層構造にエピタキシャル成長されていることが明らかであった。

## 【0021】比較例5

比較例2のSiC被覆カーボン材サセプタを用いて、実施例5と同様に単結晶シリコンウエハ上に2層のエピタキシャル膜を成長させた。得られた2層構造エピタキシャルウエハの中心部と周辺部についてSR値を測定した。その結果の中心部のSR値と深さ方向との関係を図2に示した。図2から明らかなように、得られたエピタキシャルウエハの深さ方向でのSR値は、第1層と第2層との境界面近傍で緩やかに低下し第1層と第2層の層間にはっきりした区別がなく、第1層から第2層にかけてSR値が低下してしまう部分(ダレ)が生じているこ

とが分かる。また、深さ方向のSR値は、ウエハの中心部よりも周辺部においてダレがより強く生じていた。

## 【0022】

【発明の効果】本発明の気相成長用サセプタは、カーボン基材上に所定条件下に化学的にSiC被膜を形成し、所定にその表面のSiC膜の表面粗さとSiC結晶粒径を所定範囲に調整されて得ることができる。この本発明のサセプタを用いて、単結晶シリコンウエハ上に高濃度不純物を含む低抵抗の第1層を気相成長させた場合、サセプタ表面に取り込まれる高濃度不純物量が低減できることから、同一サセプタ上で引き続き連続して高抵抗の第2層を形成してもサセプタからの不純物のオートドーピングを抑制することができる。そのため、得られる2層構造エピタキシャルウエハ、例えばIGBTウエハで、エピタキシャル成長した第1層と第2層の間に大きな抵抗差が形成でき、ウエハの深さ方向のSR値のプロファイルにおいてダレが生じることなく、変化が急峻となる。また、ウエハの中心部と周辺部での特性の差異も減少し、これらのウエハを用いてデバイスを形成することにより均質に優れた特性を付与でき好ましい。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例に用いた縦型化学気相成長装置の斜視説明図

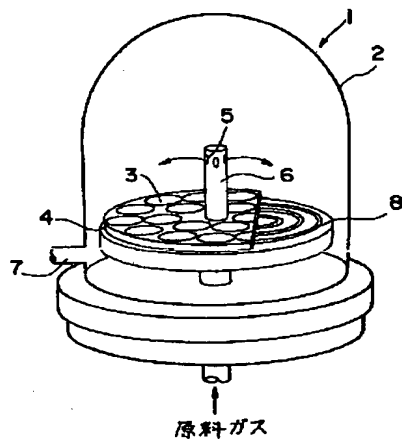
【図2】本発明の実施例及び比較例で得られた2層構造エピタキシャルウエハの深さ方向に対するSR値を示すプロファイル

## 【符号の説明】

- 1 縦型気相成長装置
- 2 縦型反応管
- 3 単結晶シリコンウエハ
- 4 サセプタ

- 5 ガス吹出口
- 6 原料ガス導入ノズル
- 7 排気管
- 8 高周波コイル

【図1】



【図2】

